



TITLE:

1978年度 物性若手夏の学校講義内容報告

AUTHOR(S):

CITATION:

1978年度 物性若手夏の学校講義内容報告. 物性研究 1978, 31(2): 139-153

ISSUE DATE:

1978-11-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/89732>

RIGHT:

1978 年度 物性若手夏の学校講義内容報告

本年度の夏の学校も無事(?) 終わり、我々も重荷をおろした気分です。参加された方々が、この夏の学校で、1つでも2つでも何か新しいことを得て下さっているなら、これはもう大成功と言わねばなりません。

そもそも、なんでこんなシンドイメをして、準備校が1年がかりで準備し、夏の学校を続けなければならないのか。たいした報酬もないのに、なんでわざわざ遠いところまで先生方が出向いてこられて、講義をして下さるのか。そして、なんで院生も、クソ暑い中を朝から晩まで勉強しに行くのか。皆さんは、この問に対する答をお持ちですか。

正直いって我々も、これに対する明解な解答を持って事に当たったのではありません。夏の学校を中断するとしたら、準備するよりも面倒なことになりそうだし、という恐れが、我々に準備をさせたのかも知れません。

しかし、ここで、否定的消極的に考えるのではなく、肯定的積極的に考えることに致しましょう。以上のように書いたのは、現在、夏の学校の意義を、改めて問い直す必要を感じているからです。しかし、理念的なことについては、いくらでもホラが吹けますから、今は書きますまい。以下に気がついた問題点をいくつか書いてみます。

- (1) 参加者が年々減っていること。
- (2) D.C. の参加者が少ないこと。
- (3) サブゼミが事実上、講義とかわりがなくなっていること。

(1)については、夏の学校自体の魅力がなくなっているのでしょうか、それとも、内容に問題があるのでしょうか。このまま参加者が減少し続けて、100名を切れば、現在の規模では運営は不可能です。小規模でやるのもいいという意見も、もしかしたらあるかもしれません。

(2)については、どう理解すればいいのでしょうか。参加者の多くはM.C.ですが、講義の多くのものは、M.C. 特にM1には、少々難しく、背のびして聞く必要があるほどです。それはいいのかもしれませんが、D.C. にはもはや、聞くまでもない内容なのではないでしょうか。そうだとしたら中途はんぱだということになります。

1978年度 物性若手夏の学校講義内容報告

(3)については、あるいはそれでいいのだという意見もあるかもしれません。

そこで、これは我々の提案ですが、(2)と(3)の解決策として、いっそのこと、サブゼミという形式をやめて、D.C.以上(助手あるいはそれ以上を含めてもいい。)の方に、自分のやられた研究を発表していただいて、質疑応答をするという形式をとればどうでしょうか。これならD.C.も興味をもって出られる可能性がふえるのではないのでしょうか。(来年度の準備校が、これについて検討中です。)

以上の問題点を指摘して、来年度以後に期待したいと思います。なお、夏の学校は、準備校が開くのではなく、若手研究者皆で開くものであることをお忘れなく。来年度の準備校(〒464 名古屋市千種区不老町 名大. 埋. 物理 高木春男)にどしどし意見をお寄せ下さい。

さて、ここに本年度の講義とサブゼミの内容を、ごく簡単にお知らせ致します。夏の暑い時、汗を吹き飛ばすような講義、サブゼミをして下さった諸先生方に心より感謝する次第です。また、準備にあたり色々とお世話になった方々に、この場を借りて、お礼を申し上げたいと思います。

(文責：沢田信一、津田一郎)

「Physics of Transition Metals and Alloys」

講師 大阪大学理学部 金 森 順次郎

遷移金属、合金の物理と題するこの講義は、約12時間にわたって行なわれたが、遷移金属そして合金が、いかに多くの情報量を、我々に与えてくれるかを示した内容豊富な講義であった。特にそれは、テキスト中の、Figureに見られる。これらのFigureは何と多くの情報を持っていることよ。

講義では、まず種々の実験結果が与えられた。凝集エネルギー、体積弾性率、剛性率、エンタルピー、等のパラボ拉的性質、および2次的な minimum の存在。

合金の Slater-Pauling 曲線。

次にこれらの性質を種々の近似理論で説明していく。

T. B. M. がどの程度よいか。

前半は、 $e-e$ 相互作用をポテンシャルで記述する話が続く。

後半は、それを多体問題としてみる話である。遷移金属における antiferro と ferro 。真中に antiferro が来て、はしっこに ferro がくる。この説明。

結局、0 Kにおいて、いかにして band theory が成功したかという話であった。(ただし、ポテンシャル、凝集エネルギーはあわない。)

最後に、非周期系の電子構造に関する話があった。

disordered alloy での single site approximation 。環境効果を決定する CPA 。又、遷移金属に非遷移金属不純物が入った時どうなるかという問題にもふれられた。

質問が、あまり活発でなく、専門家同士の discussion も、ほとんどみられなかったのは、そのようにしむけなければならない進行系の不勉強にあります。この場を借りておわびいたします。

(文責：津田一郎)

「Dynamics of Phase Transitions」

講師 九大・理 川崎 恭治

講義は相転移研究の歴史の紹介に始まり、その古くて新しい性格について述べられた後、全体としてくりこみ群の方法に重点を置いてそれを SCMC 理論と対比させつつ、動的側面のみならず静的側面をも含めて統一的に取り扱うという方向で進められた。最後に、平衡から遠い領域の場合の例として、スピノーダル分解を取り上げ、御自身の最近の研究をふまえて、その研究の現状について話された。そして、さまざまな分野で残されている問題(磁性体・超音波吸収等)、乱流や高分子等の問題への臨界現象論の適用可能性などに触れられ、「まだまだ諸君のやる事は沢山残っている。」との言葉をも

1978年度 物性若手夏の学校講義内容報告

って、三日間にわたる講義の結論とされた。

川崎先生、有難うございました。

(文責：大同)

「ソリトンの物性理論への応用」

講師 九大・理 小林 謙 二

講義はほぼテキストに沿っておこなわれたので、テキストの各節の題目とそれらの簡単な紹介のみにとどめます。より詳しい内容の知りたい方は、テキストを参照して下さい。

§ 1. はじめに

§ 2. 構造相転移におけるソリトン

§ 3. Superfluid He^3 における Magnetic Soliton

§ 4. Domain wall の問題

§ 5. 1次元有機電導体：TTF-TCNQの相転移に関連した問題

§ 6. 超短パルスの自己透過現象

§ 7. 1次元 ferromagnetic chain における solitary magnon

§ 8. Josephson 接合中での磁束の伝播とソリトン

§ 9. 結晶成長における Surface Roughening 転移

— Discrete Gaussian Model, 2次元 X Y 模型および 2次元 Coulomb Gas の問題
と 2次元 sine-Gordon 方程式

§ 10 おわりに

§ 1 の Introduction では各種のソリトン解をもつ方程式 (Boussinesq 方程式, K-dV 方程式, 非線形 Schrödinger 方程式, sine-Gordon 方程式など) とその 1-soliton 解の性質についての議論があった。§ 2 ~ § 9 では, ソリトンが実際の物理においてあらわれてくる例として, 上述の表題の内容について, 代表的な論文を引用しながら, その内容についての簡単な紹介があった。さらにテキストではふれられていない数学的側面か

ら、ソリトン解をもつような上述の非線形方程式の厳密解を得る有用な手段としての Bäcklund 変換、逆散乱法についての説明も時間をさいて行なわれた。3 日間、のべ 11 時間の短い講義ではあったが、最近の話題である「ソリトン」が物性物理の分野であらわれてくる各種の実例について、その理解に大いに役立ったと思われる。

(文責：中山)

「高密度核物質の諸相」

講師 京大・理 玉 垣 良 三

最近、高密度核物質、中性子物質において、 3P_2 超流動、固化、pion 凝縮等の可能性が議論されている。これらの現象の解析は、物性系に対するアプローチと非常に類似しており、物性研究者の興味をそそるものである。

以下、テキストにそって講義内容を簡単に説明する。

- § 1. 核物質の密度：現実の原子核は、He 等の物性系（液体、固体）に比べて比較的低密度である。又、結合力も相対的に弱く、long range である。量子効果は He に比べても大きい。核力の強い状態依存性は特徴的である。
- § 2. 核力の状態依存性：One-Pion-Exchange Potential (OPEP) が導びかれ、他の Heavy Meson の交換の効果も議論された。
- § 3. 通常核物質の結合機構と部分波毎の寄与：Fermi Gas Model を例にとり、短距離相関の処理、各部分波の寄与等が示された。高密度において $L \geq 1$ の部分波の効果を相関として取り入れた状態に、 3P_2 超流動相、 π -凝縮相がある。
- § 4. 中性子星物質での 3P_2 超流動相とパルサーの“glitch”：一般化されたボゴリユーボフ変換を用いて、非等方な Gap が導びかれた。パルサーにおいて、中性子は、低密度で 1S_0 超流体、高密度で 3P_2 超流体、陽子は高密度で 1S_0 超流体になっていると思われる。これは“glitch”の後の Relaxation time の計算により確かめられる。
- § 5. 高密度での固化の可能性について：核物質が固化を起こす要因は、斥力 core による“geometrical caging”であると言われている。しかし Hard-core potential を用い

でも固化は起こりにくい。

§ 6. Pion condensation と核子系のスピン層状構造：OPEP のテンソル力を反映した状態として，ALS 構造が考えられる。この構造で核子は z 方向には局在化しており， xy 方向には 2 次元 Fermi gas として動く。この時核子場は， π 場の source $S(r)$ を与え， π 場は凝縮する。この相転移は TTF-TCNQ の Piers 転移と類似している。
(文責：中原幹夫)

「Electrons, Holes, and Excitons in the Phonon Field」

講師 東大・物性研 豊 沢 豊

フォノン場と電子，正孔，励起子との相互作用について，特に itinerancy と localization の問題を中心に，講義ノートに沿って明快な講義がされた。さらに，混晶系での impurity assisted self-trapping や cluster の次元と self-trapping の関係，半導体における recombination center などの話題や，入射光の強度が強い場合に理論的に予想される「光学的 Gunn effect」についての議論が紹介された。

講義の切れ目毎に，三十分以上にわたる質問と討論がおこなわれ，充実した楽しい講義であった。ちなみに講義ノートの目次は下記のとおりである。

- §1 Introduction §2 Localized Electron
- §3 Exciton-energy fluctuation and scattering
- §4 Relaxed State of Exciton
- §5 A Continuum Model for Self-Trapping of Electrons, Holes or Excitons

(文責：京大原子炉 伊藤)

「Magnetic Resonance & Spin Correlation Functions」

講師 東工大・理 永 田 一 清

EPR について spin 相関関数を用いて、特に strongly exchange-coupled paramagnetic solids の異方性、低次元系の取り扱いとその実験的反映について、実験結果をまじえながら紹介がありました。

§ 1. Introduction

§ 2. Position of EPR & Static Susceptibility

交換・双極子相互作用・ g -tensor の異方性や不等価スピンの効果を、現象論的に、また、microscopic に求め、line shift に対する一般式を得る。

§ 3. Resonance Profile & Temporal Spin Correlation

久保・富田の緩和関数の方法から、exchange narrowing, sideband などを見る。Spin diffusion 近似で低次元系の long time tail の存在を示し、それが $10/3$ 効果の消失 satellite line の出現、及び profile の角度依存性などに反映される。

(文責：馬場 健)

「Theory of Metallic Hydrogen」

講師 大阪大学・基礎工 中 村 伝

金属水素とその周辺の問題について、現在まで考えられてきたこと、及び研究の展望が講義の内容であった。以下は、筆者が面白いと感じたことを中心とした、多少イビツな報告である。

金属水素が最初に研究されたのは、1935年 Wigner と Huntington によってであった。彼らは、Wigner-Seitz 理論を用いて、金属水素の凝集エネルギーを計算し、分子性水素が金属水素に転移する圧力を 25 万気圧と評価した。分子性水素の固体の加圧による体積変化については、分子間力として、Lennard-Jones のポテンシャルを仮定すると、容易に $1/2$ まで縮む。さらに圧力が加わって、金属相になると、Wigner と Huntington の

結果によれば、 $1/4$ に縮む。しかし、このようなことは、少々信じにくいことである。

10数年前、高圧下で I_2 分子性固体が金属になるという実験が報告されているが、これによれば体積変化はほとんどない。

金属のエネルギーは、高密度ほど運動エネルギーの部分が支配的になり、また、水素原子には core がない。それゆえ、金属水素では自由電子を出発点として、電子-イオン相互作用及び電子-電子相互作用を摂動と考へて、全エネルギーを計算する方法がとられてきた。このような方法で、Browman, Kagan and Kholas は、零圧力下の立方構造は安定でないこと、また Schneider は、六方稠密構造が不安定であることを示した。結晶構造の安定性の議論を要約すると次のようになる。Madelung energy は、cubic の場合が最小である。一方、電子-イオン相互作用の大きさは、 g^{-2} (g は逆格子ベクトル) に比例し、符号は負である。格子を cubic からずらすと g は小さくなるから、エネルギーは、後者の方で得をする。 c/a (結晶面間距離と格子定数の比) を変化させながら、エネルギーを計算すると、様々な r_s において、安定な結晶構造を決定できる。低圧においては、線状構造が金属水素の安定な構造であるという結果が得られている。これは、dimer としての分子相から、立方金属相への中間相と考えられる。

最後に、木星と土星の水素モデルについての説明があったが長くなるので省略する。

(文責：沢田信一)

「N. M. R. in Liquid and Solid Helium」

講師 京大・理 平 井 章

講義は ^3He の NMR の実験によって液体ヘリウムと固体ヘリウムの性質を議論することと、NMR による実験方法の有用性を液体ヘリウムと固体ヘリウムを例として議論することを主として行なわれた。

まず最初、入門として ^3He と ^4He の相図の話があり、続いて後の講義で使う記号の説明も兼ねてフェルミ流体についてのランダウ理論について簡単に講義が行なわれた。更に NMR のパルス法等について説明が行なわれ、どのようにしてランダウパラメータ

ーが NMR の実験によって実験的に求まるかについて説明された。

そして、 ^3He の超流動について ABM 相と BW 相について、実験結果と比べながら講義が行なわれた。その他、超流動 ^4He に ^3He を混合した場合の性質の変化、固体 ^3He 、2 次元系の ^3He についての講義が行なわれた。

(文責：原田)

「 Structure and Electronic States of Tetrahedrally bonded Amorphous Semiconductors」

講師 京大・基研 米 沢 富美子

I. Prologue

ここで考えるのはアモルファス (a と略) Ge, Si である。不規則性は電子の状態密度に tail を生じさせるが、そこにある電子は動けないことがある。そこでバンド間隔の狭い半導体における不規則性が興味ある対象となる。

II. Structure

a 半導体の構造解析は種々の散乱法による。しかしこの情報は動径方向のみで角度方向は平均されてしまう。理論を検証するには他の物性も考えることが必要である。構造のモデルとしては微結晶の集合、結晶からのズレ (摂動結晶モデル), 粘土ボールとわりばしで不規則系を組むランダムネットワークモデル, 最密層を不規則に積み上げるランダムスタッキングモデルなどが考えられている。

III. Electric States

状態密度を調べるにはまず光子の吸収を見ることが考えられる。a 固体では direct absorption にならずまた吸収端が tail をひく。a 半導体の状態密度は摂動結晶モデル, クラスタモデル (原子の小さいクラスターに適当な境界条件を課す) Weaire-Thope モデル, ランダムスタッキングモデルなどで計算されている。特に W-T モデルは不規則系においても状態密度に gap が生ずることを厳密に示した。結晶には Bloch の定理があるが不規則系にもそれに相当するものがほしい。W-T の理論はその手がかりを与えるものである。

(文責：野倉)

特別講演 「物理と確率論」

講師 東大・理 久保 亮 五

今年初めて特別講演を企画した。これは夏の学校の全体講義 サブゼミが、きわめて専門的なものであるのに対し、totalとして「物理とは何か」といった事を各人がボンヤリと考えるきっかけを作るためであった。今年は、昨年ボルツマン賞を授賞されるなど地球的規模で活躍されている久保先生を招き上記のような題目で講演していただいた。

確率論の歴史にはじまり、その自然現象への働きかけ、非可逆性の出現、平衡統計力学の構築に及ぶ本講演は、物理学がいかにして数学的概念である確率と結びついてきたかを明らかにしてくれた。

以下、項目ごとに講演の内容を簡単にお知らせする。

1. 確率論の歴史

確率論はギャンブルに端を発する。ベルヌーイ、パスカル etc がこれに関与するが、物理と関係をもちはじめるのは、マックスウェルからである。アインシュタインにおいてブラウン運動と結びつき、さらにウィーナー、コルモゴロフ、マルコフ、ボレル etc が、確率論、確率過程論を自然現象との関連において論じた。

2. 偶然と必然

J. モノーの有名な本にもとづいて、偶然と必然を表現する言葉が分類された。又、ポアンカレ「科学の方法」(第4章)の中の偶然の説明が紹介されたが、大変興味深かった。すなわち、偶然とは、初期条件のわずかなちがいが拡大されて現われる。というもので、初期条件のわずかのちがいは、uncontrolable であることにより、それが、拡大されるとは、不安定な system であることを意味する。

3. 確率論

測度論、解析性の関点から、論じられた。自然現象に確率論を適用する場合、あいまいさが残ることが指摘された。

4. 確率的な物理現象

M. Born の「Natural Philosophy of Cause and Chance」がひきあいに出された。

5. 非可逆性

ボルツマンの H 定理が説明された。

これに関し、ロシュミット、ツェルメロの反論、及び、「ボルツマン方程式は、力学方程式でない」という認識が紹介された。

6. 統計力学の基礎

ボルツマン、ギブスの統計力学の紹介。エルゴード性の問題が紹介された。

7. 確率過程と物理過程

ゆらぎの問題にあてられた。

ただし、ここでは微視的な意味でのゆらぎであり、巨視的ゆらぎの問題は、講演の後の質問に関連してふれられたにとどまった。

(文責：津田一郎)

サブゼミ 物理基礎Ⅰ「超流動 ^3He 」

講師 東北・工 海老沢 丕 道

超流動 ^3He の最近の話題について、次の論文を読んだ。

◦ 第一日目

N. D. Mermin; “Super-fluidity in Helium-3” in Quantum Liquids, J. Ruvalds and T. Regge. eds. North-Holland (1978) (担当 中原)

◦ 第二日目

A. J. Leggett and S. Takagi; “Orientational Dynamics of Superfluid ^3He : A Two-Fluid Model. I. Spin Dynamics with Relaxation” Ann. Phys. (N. Y.) **106** (1977), 79–133. (担当 小林)

◦ 第三日目

講師により、Superflow の instability 及び Singularity に対する Topological な分類が示された。

来年の世話人は、東北大・理・物理・都築研・芦田氏である。

(文責：中原幹夫)

サブゼミ 物性基礎論Ⅱ

テキスト M. N. BARBER

「An Introduction to the Fundamentals of the Renormalization Group
in Critical Phenomena」

Phys. Reports 29 1～84 (1977)

講師 九大・理 川崎 恭治

川崎先生の全体講義では、動的な話が中心であったため、それを補う意味で上記の文献が採用された。レポーターは九大の牛島さんと東大の西森さんをお願いした。昼間のつかれと世話人の非力のため、少し盛り上がりに欠けたのではなかったかと思われるが、多数の参加者を得て、無事終了できた。なお、川崎先生には、昼間の講義に続いてチューターを引き受けて頂き、大変御迷惑をおかけしました。この欄を借りて、お詫びさせていただきます。

(文責：大同)

サブゼミ 「金属中の水素原子の拡散」

講師 中央大学・理工 深井 有

本年度の夏の学校格子欠陥のサブゼミは、講師を中央大学の深井有先生をお願いして、「金属中の水素原子の拡散」という題目で講義形式で行ないました。講義は、(1)金属中の水素原子の存在状態、(2)拡散の実験、(3)水素原子拡散の理論と実験結果の検討、という組み立てで行なわれましたが、この分野は現在急速に発達しつつあり、多くの問題を残しているので、非常に興味深い内容でした。

拡散の実験については、透過法、Gorsky 効果、電気抵抗を用いたものから QNS, NMR を用いたものに至るまで様々な実験の結果を取り上げ、現在までのところ水素拡

散の分野がどの程度まで成果をあげているかを明らかにし、また理論については準古典的な Rate theory と量子論的な Small polaron hopping theory について述べられ、実験との照合、その問題点の掘下も詳しく行なわれました。

全体を通してとても明解な講義で質問も活発で非常に有意義なサブゼミであったと思います。

最後に、深井先生と準備校事務局の方々に深く感謝したいと思います。

(文責：東理大・理 土田孝之)

磁性サブゼミ 「核磁性」

講師 京大・理 目 片 守

近年物性研究に於いて micro で dynamical な情報の重要性が増加している。そこで今回のサブゼミは原子核をプローブとした実験法の原理と磁性研究への応用について行なわれた。

内容は序論が原子核と電磁波の相互作用についてであり次に核外場の説明があった。各種実験法の説明は NMR, Mössbauer effect, nuclear orientation, perturbed angular correlations, captured neutron spectropy の原理と特徴の紹介であった核磁性の研究では実例を挙げて各種測定法の比較をしながら説明があり最後に最近の話題として μ -SR について説明があった。

今回は講義の間に meeting の時間があり参加者の意見が交換できたのは非常に有意義であったと思う。

(文責：京大・工・金属・中村研 高橋 明)

光物性サブゼミ 「光物性とコヒーレンス」

講師 阪大・理 櫛 田 孝 司

§ 1 光で量子力学を考える話

ヤングの干渉実験から、光の偏光状態と量子力学的状態の対応、coherency Matrix と density Matrix の関係。

§ 2 物質状態にコヒーレンスを作る話

2 準位系と光のコヒーレントな相互作用から、光散乱とルミネッセンスの関係を、その coherency という見地から見る。生体系におけるコヒーレントな電気振動の話題。
(文責：唐木)

「Incommensurate な相転移」

講師 名古屋大学工学部 石橋 善弘

ランダウ型の 2 次相転移の式では空間変調を伴うリフシツ条件というものがある。この条件は、リフシツ不変項があると空間的に一様な 2 次相転移は起こらないというものである。ここではリフシツ不変項を入れた熱力学ポテンシャルを作り、空間的に一様でない、つまり、Incommensurate な 2 次相転移を詳しく解説し、更に、この熱力学ポテンシャルにより Incommensurate 相での波長の変化や感受率の異常等がうまく説明できることなどの丁寧な講義があった。

「強誘電体、強弾性体、 強磁性体の相転移現象」

講師 日立中研 城 石 芳 博

強誘電体、強弾性体、強磁性体の相転移現象を説明するため、まず、これらの定義付けを行い、どのような物質を強誘電体、強弾性体、強磁性体と呼ぶかを述べ、次に、これらの物質の相転移を相津理論を用いて点群の変化で分類した上で現象論的に相転移を説明するため Landau 理論を導入し、この理論で観測値が説明できることを示した。また、

構造相転移や逐次相転移についても豊富な具体例を示した。更に、Incommensurate 相転移にも触れ、Levanyuk & Sannikov 理論の紹介を行なった。その他、低次元物質や強誘電液晶の相転移まで巾広い解説が行なわれた。

(文責：竹中久貴)

低温サブゼミの紹介は、都合により省略いたします。